

## BAB IV

### PEMBAHASAN

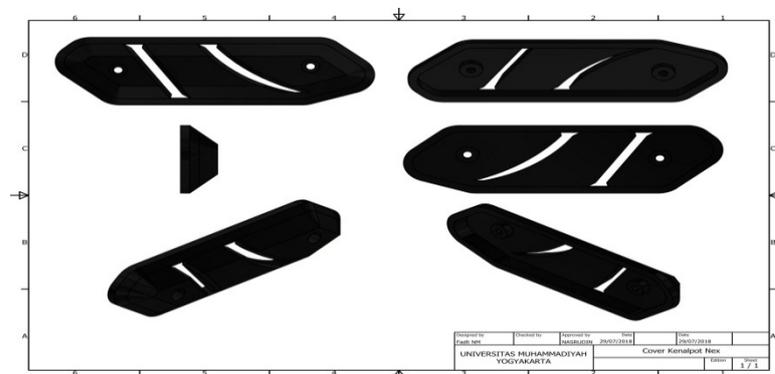
Data-data yang diperoleh dalam penelitian tugas akhir ini selanjutnya diolah dan dianalisa. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan dan analisa data yaitu sebagai berikut:

1. Proses pembuatan *cover* knalpot yang diperoleh kemudian disusun menjadi rangkaian-rangkaian proses pembuatan komposit *cover* knalpot.
2. Membandingkan hasil produk komposit *cover* knalpot yang diperkuat dengan serat alam *agave sisalana* tanpa perlakuan kimia dan serat *fiberglass*.
3. Data yang diperoleh dari hasil pengujian metalografi struktur mikro pada hasil *wettability* serat tunggal serat *agave sisalana polyester* dan serat *fiberglass polyester*.
4. Menyimpulkan hasil eksperimen.

#### 4.1 Proses Pembuatan Komposit Cover Knalpot

##### 4.1.1 Pemilihan desain *cover* knalpot

Desain *cover* knalpot yang dipakai adalah desain dari *cover* knalpot merk “SUZUKI NEX” buatan jepang dengan tipe tahun 2015 yang memiliki bentuk dan desain menarik.



Gambar 4.1 Desain *Cover* Knalpot Suzuki Nex

#### 4.1.2 Persiapan cetakan (*molding*) *cover* knalpot

Penyiapan *molding* yang harus dilakukan sebelum memulai pembuatan *cover* knalpot komposit adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan *molding*

Pembersihan *molding* dilakukan dengan cara membersihkan sisa sisa resin yang masih menempel pada *molding* kemudian dicuci dalam air sabun agar kotoran dan debu yang masih menempel dapat dibersihkan dengan sempurna dan tidak menyebabkan cacat pada permukaan *cover* knalpot yang dicetak. Setelah cetakan *cover* knalpot dicuci kemudian dilakukan pengeringan dengan cara dijemur hingga kering.

2. Pelapisan *mirror glaze* pada *molding*

Pelapisan *mirror glaze*/MAA pada permukaan *molding* bagian dalam agar *molding* dan *cover* knalpot yang akan dibuat mudah dilepas. Pemberian lapisan tersebut harus merata pada setiap bagian dalam *molding*.



Gambar 4.2 Pelapisan *mirror glaze* pada *molding*

#### 4.1.3 Pembuatan *cover* knalpot komposit serat *fiberglass*

Proses pembuatan *cover* knalpot komposit dengan metode *hand lay up* yang akan diperkuat dengan menggunakan dua serat yaitu serat alam dan serat sintetis yang mana nantinya akan menjadi perbandingan diantara kedua serat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan lapisan pertama *cover* knalpot komposit serat *fiberglass*

Pembuatan lapisan pertama dimulai dengan komposisi antara resin dan talk dengan perbandingan 1:1,5. Untuk tiap cetakan membutuhkan campuran antara resin 75 gram dan talk 100 gram. Dan untuk adonan penyambung membutuhkan campuran antara resin 50 gram dan talk 50 gram.



Gambar 4.3 Perbandingan 1:1,5 resin dan talk

Perbandingan antara resin dan talk 1:1,5 bertujuan untuk mendapatkan kekentalan pada adonan lapisan pertama, agar lapisan pertama mudah terbentuk, karena *molding* pada *cover* knalpot cekung, jika adonan terlalu encer akan mengakibatkan adonan lapisan pertama akan mengumpul dibagian tengah  *mold*.



(a)

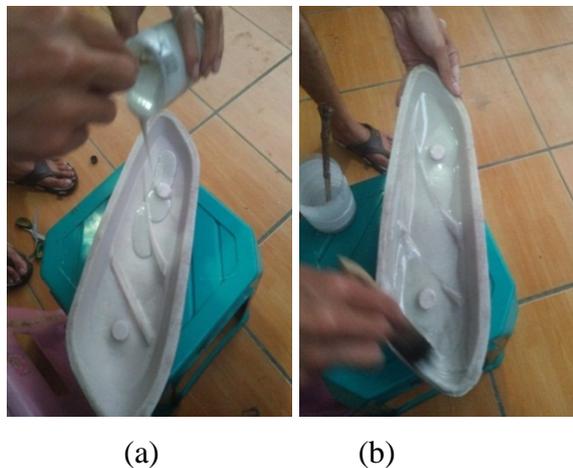
(b)

Gambar 4.4 (a) Pencampuran resin dan talk

(b) Pencampuran katalis

Resin dan talk tersebut dicampur dan diberi katalis 15 tetes atau secukupnya kemudian diaduk perlahan hingga tercampur dan jangan sampai menimbulkan *void* (gelembung udara) didalam adonan.

Lalu dituangkan pada cetakan kemudian ratakan menggunakan koas keseluruhan bagian cetakan, pastikan lapisan ini tidak terlalu tebal karena akan mempengaruhi berat *cover* knalpot. Lapisan ini bertujuan agar didapat lapisan yang mudah dihaluskan pada sisi luar *cover* knalpot komposit pada saat proses finishing.



Gambar 4.5 (a) Penuangan adonan

(b) Perataan adonan pertama

Setelah penuangan dan perataan pada adonan secara menyeluruh pada bagian cetakan sampai benar-benar adonan merata pada cetakan dan pemasangan ring baut pada bagian kedua lubang baut guna untuk memperkuat pada saat pemasangan *cover* knalpot pada knalpot. Kemudian tunggu hingga agak kering menyiapkan adonan kedua dan pemotongan serat.



Gambar 4.6 Cetakan yang sudah diberi lapisan pertama

## 2. Pembuatan lapisan kedua *cover* knalpot komposit

Pembuatan lapisan kedua dimulai dengan komposisi antara resin dan talk dengan perbandingan 1:1 dengan resin yang sama banyak dengan talk, yaitu antara 100 gram resin dan 100 gram talk. Pada lapisan ini akan ditambahkan serat gelas jenis acak, untuk itu persiapkan terlebih dulu serat yang digunakan dengan cara dipotong dengan ukuran sebanding dengan cetakan *cover* knalpot agar mudah saat digunakan.



Gambar 4.7 Serat *fiberglass* yang udah dipotong

Resin dan talk tersebut kemudian dicampur dan diaduk secara perlahan hingga menjadi sebuah adonan. Kemudian diberi katalis sebanyak  $\pm 10$  tetes atau secukupnya kemudian diaduk perlahan hingga tercampur lalu tuangkan secara merata keseluruhan permukaan lapisan pertama yang diatas permukaan cetakan sudah terdapat serat dan oleskan adonan menggunakan kuas secara merata.



(a)

(b)

Gambar 4.8 (a) Penuangan adonan kedua

(b) Perataan adonan menggunakan kuas

Setelah adonan merata tunggu sampai benar-benar adonan mengering, kemudian angkat adonan yang telah dicetak didalam cetakan *cover* knalpot dengan cara pada sudut samping cetakan dilepas menggunakan alat bantu scrap tipis secara perlahan untuk menghindari kerusakan pada cetakan *cover* knalpot, setelah itu angkat adonan pada cetakan sampai terlepas dari cetakan.



(a)

(b)



(c)

(d)

Gambar 4.9 (a) Pengeringan adonan

(b) Hasil pelepasan cetakan

(c) Hasil *cover* knalpot bagian dalam(d) Hasil *cover* knalpot bagian luar



Gambar 4.10 (a) Pemotongan *cover* bagian samping  
 (b) Hasil *cover* yang sudah dipotong bagian dalam  
 (c) Hasil *cover* yang sudah dipotong bagian luar

#### 4.1.4 Pembuatan *cover* knalpot komposit serat *agave sisalana*

Penyiapan *molding* yang harus dilakukan sebelum memulai pembuatan *cover* knalpot komposit adalah sebagai berikut:

##### 1. Pembersihan *molding*

Pembersihan *molding* dilakukan dengan cara membersihkan sisa sisa resin yang masih menempel pada *molding* kemudian dicuci dalam air sabun agar kotoran dan debu yang masih menempel dapat dibersihkan dengan sempurna dan tidak menyebabkan cacat pada permukaan *cover* knalpot yang dicetak. Setelah cetakan *cover* knalpot dicuci kemudian dilakukan pengeringan dengan cara dijemur hingga kering.

##### 2. Pelapisan *mirror glaze* pada *molding*

Pelapisan *mirror glaze* pada permukaan *molding* bagian dalam agar *molding* dan *cover* knalpot yang akan dibuat mudah dilepas. Pemberian lapisan tersebut harus merata pada setiap bagian dalam *molding*.



Gambar 4.11 Pelapisan *mirror glaze* pada *molding*

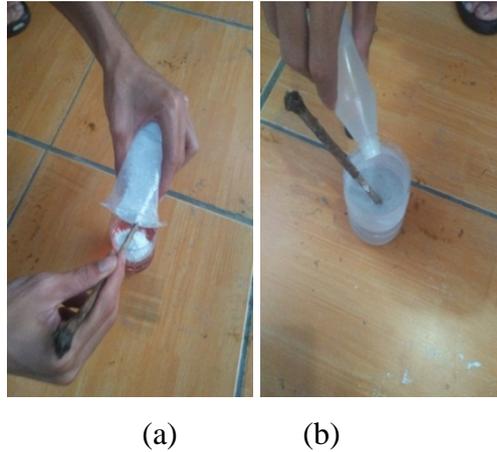
### 3. Pembuatan lapisan pertama *cover* knalpot komposit serat sisal *agave*

Pembuatan lapisan pertama dimulai dengan komposisi antara resin dan talk dengan perbandingan 1:1 untuk tiap cetakan membutuhkan campuran antara resin 50 gram dan talk 50 gram.



Gambar 4.12 Perbandingan 1:1 resin dan talk

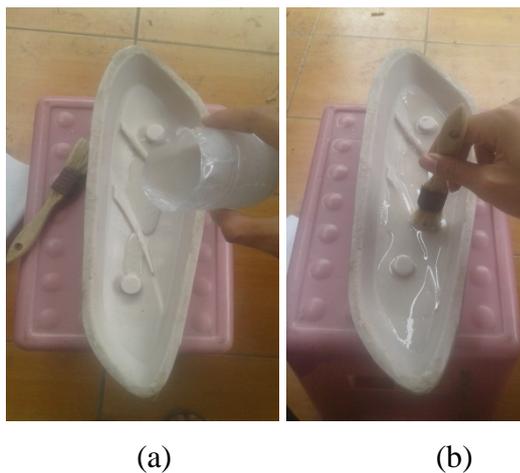
Perbandingan antara resin dan talk 1:1 bertujuan untuk mendapatkan kekentalan pada adonan lapisan pertama, agar lapisan pertama mudah terbentuk, karena *molding* pada *cover* knalpot cekung, jika adonan terlalu encer akan mengakibatkan adonan lapisan pertama akan mengumpul dibagian tengah  *mold*.



Gambar 4.13 (a) Pencampuran resin dan talk  
(b) Pencampuran katalis

Resin dan talk tersebut dicampur dan diberi katalis 15 tetes atau secukupnya kemudian diaduk perlahan hingga tercampur dan jangan sampai menimbulkan *void* (gelembung udara) didalam adonan.

Lalu dituangkan pada cetakan kemudian ratakan menggunakan kuas keseluruhan bagian cetakan, pastikan lapisan ini tidak terlalu tebal karena akan mempengaruhi berat *cover* knalpot. Lapisan ini bertujuan agar didapat lapisan yang mudah dihaluskan pada sisi luar *cover* knalpot komposit pada saat proses finishing.



Gambar 4.14 (a) Penuangan adonan  
(b) Perataan adonan pertama

Setelah penuangan dan perataan pada adonan secara menyeluruh pada bagian cetakan sampai benar-benar adonan merata pada cetakan dan pemasangan ring baut pada bagian kedua lubang baut guna untuk memperkuat pada saat pemasangan *cover* knalpot pada knalpot. Kemudian tunggu hingga agak kering menyiapkan adonan kedua dan pemotongan serat.



Gambar 4.15 Cetakan yang sudah diberi lapisan pertama

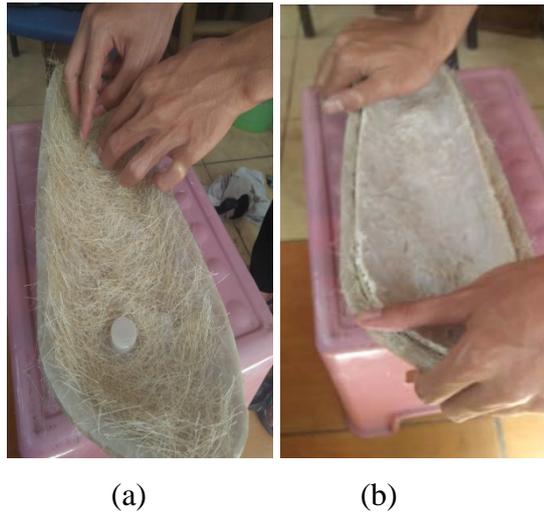
#### 4. Pembuatan lapisan kedua *cover* knalpot komposit

Pembuatan lapisan kedua dimulai dengan komposisi antara resin dan talk dengan perbandingan 1:1 dengan resin yang sama banyak dengan talk, yaitu antara 100 gram resin dan 100 gram talk. Setelah lapisan ini akan ditambahkan serat sisal jenis acak, untuk itu persiapkan terlebih dahulu serat yang digunakan dengan cara dipotong dengan ukuran sebanding dengan cetakan *cover* knalpot agar mudah saat digunakan.



Gambar 4.16 Serat *agave sisalana* yang sudah dipotong

Pada proses ini serat yang telah dipotong ditaburkan atau diratakan secara merata pada cetakan, setelah serat merata pada bagian cetakan kemudian pengepresan serat, karena pada serat sisal ini sangat suilt untuk dibentuk guna untuk mempermudah pada saat proses penuangan adonan kedua.



Gambar 4.17 (a) Penataan serat pada cetakan  
(b) Pengepresan Serat

Resin dan talk tersebut kemudian dicampur dan diaduk secara perlahan hingga menjadi sebuah adonan. Kemudian diberi katalis sebanyak  $\pm 10$  tetes atau secukupnya kemudian diaduk perlahan hingga tercampur lalu tuangkan secara merata keseluruh permukaan lapisan pertama yang diatas permukaan cetakan sudah terdapat serat dan tunggu hingga kering, setela itu angkat adonan hingga terlepas dari cetakan.



(a)

(b)

Gambar 4.18 (a) Penuangan adonan pada cetakan

(b) Pelepasan adonan pada cetakan

Gambar 4.19 Pemotongan *cover* bagian samping

(a)

(b)

Gambar 4.20 (a) Hasil *cover* knalpot bagian dalam(b) Hasil *cover* knalpot bagian luar

## 4.2 *Finishing Cover Knalpot*

Proses *finishing cover* knalpot setelah proses pembuatan sudah selesai, proses *finishing* dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Pelubangan sirkulasi, lubang mur dan pengampelasan
2. Epoxy dan pendempulan
3. Pengampelasan *finishing*
4. Pengecatan

### 4.2.1 Proses *Finishing*

Proses awal *finishing* pada produk cover knalpot sebagai berikut :

1. Pelubangan sirkulasi, lubang mur dan pengampelasan

Pelubangan sirkulasi dan lubang mur agar mudah dalam proses pemasangan pada knalpot. Kemudian pengampelasan awal pada cover knalpot guna untuk menghilangkan sisa-sisa anti perekat/*mirror glaze* pada bagian luar *cover*.



(a)

(b)

Gambar 4.21 (a) Pelubangan Sirkulasi

(b) Pelubangan Mur

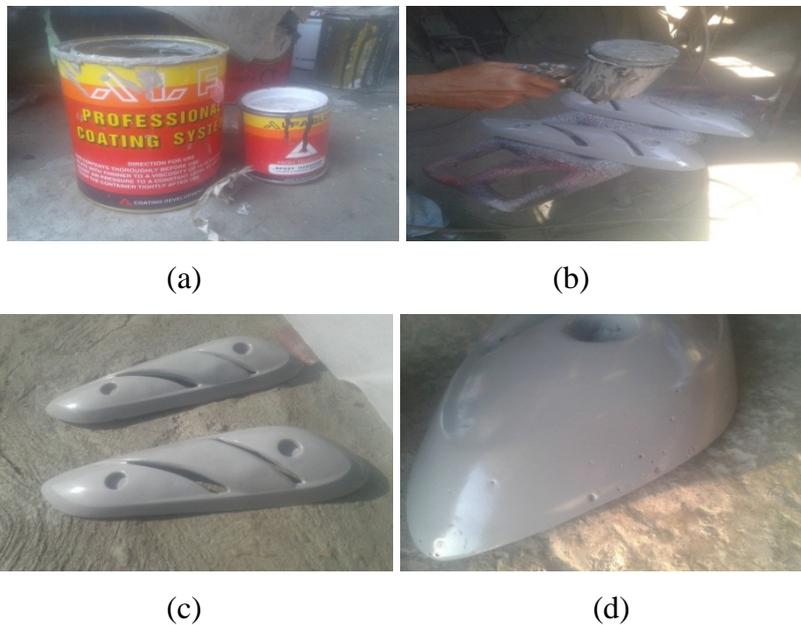
Kemudian pada tahap selanjutnya adalah pengampelasan *cover* knalpot pada bagian luar guna untuk mengilangkan sisa-sisa anti perekat dan kotoran pada bagian luar *cover*, agar pada proses pengecatan epoxy cat mudah menyatu pada bagian luar *cover*.



Gambar 4.22 Pengampelasan pada bagian luar cover

## 2. Epoxy dan Pendempulan

Setelah proses pengampelasan pada bagian luar *cover*, pada tahap selanjutnya yaitu pengecatan epoxy guna untuk mempermudah mengetahui terjadinya *void* pada bagian luar *cover* knalpot dan cat epoxy yang dipakai menggunakan cat epoxy *alfaglos*, cat *alfaglos* ini sering digunakan oleh sebagian industri dalam negeri karena memiliki kualitas yang baik dalam tahap epoxy.



Gambar 4.23 (a) Cat epoxy  
 (b) Proses pengecatan epoxy  
 (c) Prose pengeringan  
 (d) Void pada *cover*

Kemudian setelah tahap pengecatan epoxy dilakukan selanjutnya adalah proses pendempulan pada *cover* knalpot guna untuk menutupi *void* yang terdapat pada bagian luar *cover* secara merata hingga tidak ada lagi *void*. Pada tahap ini dibutuhkan ketelitian dalam proses pendempulan guna untuk mendapatkan hasil yang maksimal.



Gambar 4.24. *Cover* yang sudah didempul

### 3. Pengamplasan *Finishing*

Pada tahap selanjutnya sebelum dilakukan tahap akhir yaitu pengecatan, *cover* yang sudah didempul kemudian diampelas hingga halus guna untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada saat proses pengecatan. Pada tahapan inilah yang akan sangat mempengaruhi pada hasil akhir yaitu pengecatan.

### 4. Pengecatan

Pada tahap proses pengecatan awal menggunakan cat epoxy sebagai warna dasar secara menyeluruh pada bagian *cover*, kemudian tahap selanjutnya menggunakan cat warna hitam dop untuk hasil akhir pada proses finishing *cover* knalpot.



(a) (b)

Gambar 4.25 (a) Pengecatan cover bagian dalam

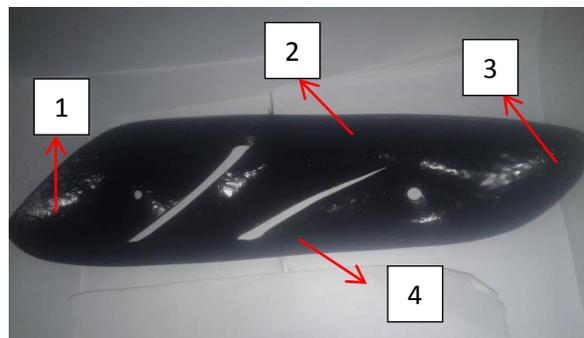
(b) Pengecatan cover bagian luar



Gambar 4.26. Cover yang sudah dicat hitam

### 4.3 Analisa Kualitas Produk

Hasil kualitas pada produk yang dibahas disini adalah tentang berat produk dan ketebalan produk. Pengukuran ketebalan produk diambil dari 4 titik yang berbeda menggunakan jangka sorong, setelah itu di rata-rata, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.27. Pengukuran ketebalan cover

Pada perbandingan dimensi kali ini membandingkan hasil produk cover knalpot sisal dengan cover knalpot fiber dan cover knalpot yang asli, berikut ini adalah tabel perbandingan dimensi pada cover knalpot.

Tabel 4.1. Berat dan ketebalan produk

JenisProduk	DimensiProduk		Rata-rata Ketebalan (mm)
	Berat (gram)	Ketebalan (mm)	
Cover Knalpot asli	92,4	2	2

plastik		2	
		2	
		2	
Cover knalpot Komposit Serat Sisal	313	5	4,18
		3,75	
		3	
		5	
Cover knalpot Komposit Fiberglass	259	2,50	1,87
		1,75	
		1,50	
		1,75	

Hasil yang didapat komposit cover knalpot serat sial memiliki berat 313 gram dengan ketebalan 4,18mm sedangkan cover knalpot serat sintetis hanya 259 gram dengan ketebalan 1,87mm dan pada cover knalpot yang asli memiliki berat 92,4 gram. Hal ini menunjukkan bahwa selisih ketebalan dan berat pada komposit cover knalpot sisal lebih tebal dan berat dari pada komposit serat sintetis.

Perbandingan komposit cover knalpot sisal dengan sintetis lebih baik dan lebih ringan cover knalpot komposit sintetis, sedangkan cover knalpot yang asli lebih ringan diantara kedua produk komposit cover knalpot sisal dan sintetis, karena proses pembuatan cover knalpot asli menggunakan metode *injection molding* sehingga produk yang dihasilkan tipis dan ringan. Sedangkan pembuatan cover knalpot komposit serat sisal dan sintetis menggunakan metode *hand lay up*. Metode *hand lay up* ini lebih terjangkau dibandingkan dengan *injection molding* karena biaya yang dibutuhkan relative murah. Akan tetapi proses pembuatan cover knalpot komposit serat sisal dan sintetis ini masih terdapat *void* pada produk sehingga dilakukan proses pendempulan untuk menutup bagian *void* pada produk. Hal ini yang mengakibatkan berat produk cover knalpot komposit serat sisal dan sintetis lebih tinggi dibandingkan dengan cover knalpot yang aslinya.

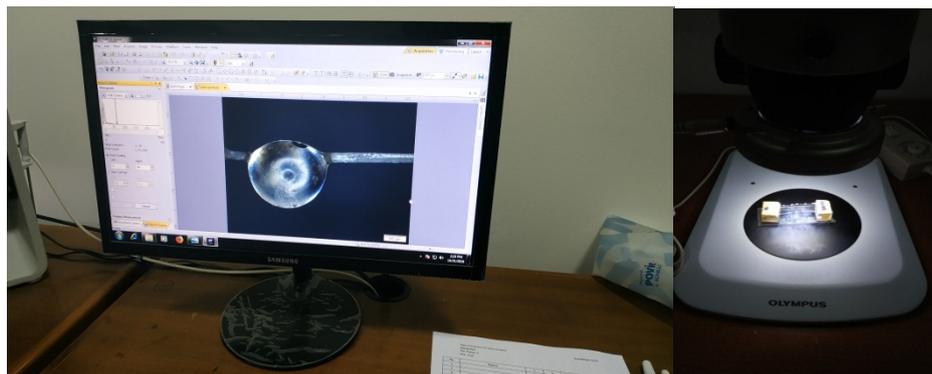
Kualitas produk pada penelitian ini bagus pada cover knalpot komposit serat sintetis hampir sama dengan produk aslinya. Sedangkan komposit cover knalpot pada serat sisal kurang bagus, dikarena pada saat proses *hand lay up* daya

ikatan resin pada serat sangat lemah sehingga pada saat proses pembuatan komposit cover knalpot sisal membutuhkan adonan 2x lipat dari komposit cover knalpot sintetis. Akan tetapi paling tidak produk yang dihasilkan hamper sama bentuknya hanya berbeda pada berat dan ketebalannya.

#### 4.4 Hasil dan Pembahasan Pengujian

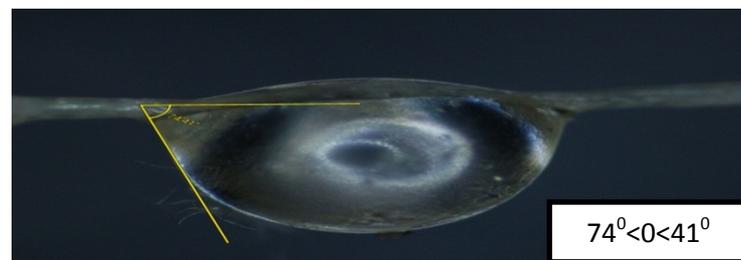
##### 4.3.1 Pengujian Mikroskop Optik *Wettability*

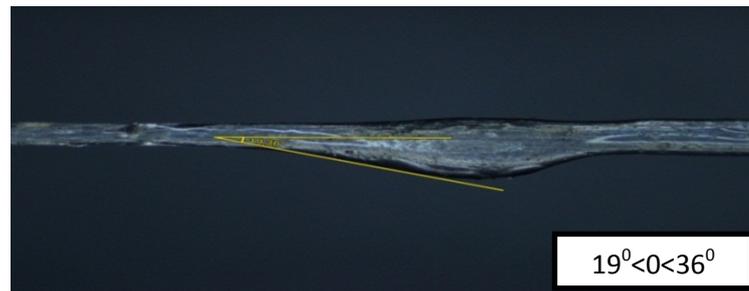
Hasil pengujian *wettability* ikatan basah resin pada serat tunggal sisal polyester dan serat tunggal sintetis fiberglass polyester. Pemberian matrik menggunakan *disposal syringe* pada untaian serat tunggal yang diletakan pada *jig* dari bahan *acrylic* yang kemudian dilihat dengan mikroskop optik dengan perbesaran 40x dengan bantuan pencahayaan dari dua sudut atau posisi sehingga *droplet* matrik dapat terlihat jelas pada serat.



Gambar 4.28. Pengujian *wettability* serat agave sisalana dan fiberglass

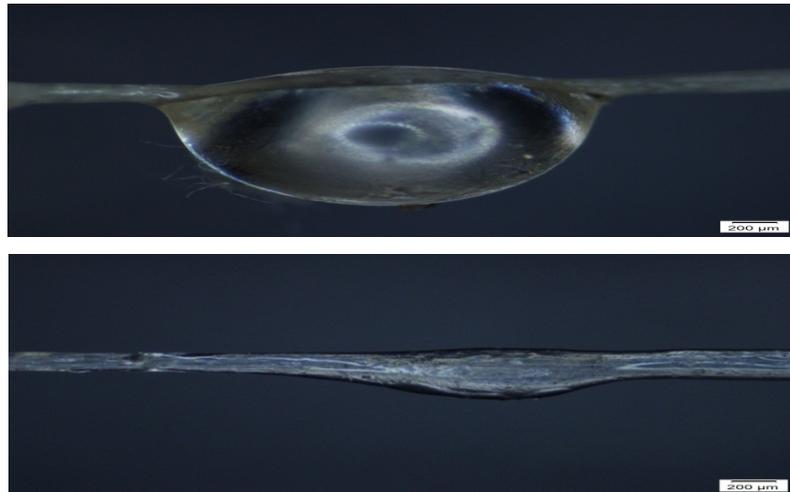
Kemudian spesimen uji *droplet* difoto, gambar disimpan dan ditransfer ke dalam program *Image Meter*. Pada tahap pengujian ini akan didapatkan nilai  $\cos\theta$  sudut kontak sebagai tegangan permukaan.





Gambar 4.29. Pengukuran sudut kontak pada *droplet*

Hasil yang didapatkan dari hasil foto *droplet* menunjukkan bentuk *barrel* dan *clam-shell*. Bentuk *barrell* ditemukan pada serat *fiberglass* dan bentuk *clam-shell* ditemukan pada serat agave sisalana. Berikut ini adalah hasil foto *droplet* pada kedua serat.

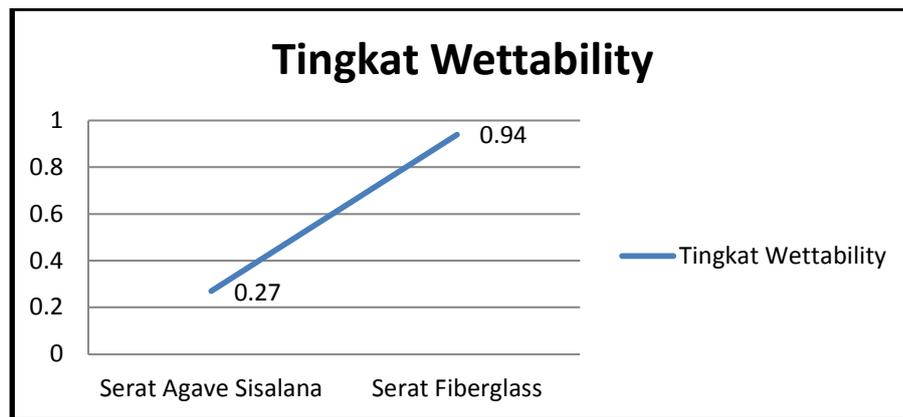


Gambar 4.30. Bentuk *droplet*

- (a) Serat sisal tanpa perlakuan
- (b) Serat fiberglass

Hasil yang didapatkan mikroskop optik, ditemukan bentuk *droplet clam-shell* pada serat tunggal *agave sisalana* tanpa perlakuan (*untreat*). Bentuk *clam-shell* tampak seperti *droplet* yang akan jatuh, karena pada serat *agave sisalana* memiliki tegangan permukaan yang sangat rendah, disebabkan karena adanya lapisan *wax (lignin, pectin, dan hemiselulosa)* yang menempel pada serat. Bentuk *barrell* ditemukan pada serat sintesis *fiberglass*.

Pada serat tanpa perlakuan (*untreat*) didapatkan sudut range  $74^{\circ} < \theta < 41^{\circ}$  bentuk *clam-shell* dengan tingkat *wettability* yang sangat rendah sedangkan pada serat sintetis didapatkan sudut range  $19^{\circ} < \theta < 36^{\circ}$  menunjukkan tingkat mampu basah (*wettability*) yang optimal. Karena sudut kontak untuk menghasilkan kemampuan basah yang optimal adalah tidak lebih dari  $30^{\circ}$  (Doan, 2006). Nilai  $\cos\theta$  dapat dilihat pada gambar grafik sebagai berikut.



Tabel 4.2. Nilai  $\cos\theta$

Semakin tinggi nilai  $\cos \theta$  semakin tinggi tegangan permukaan antara serat dengan matrik *polyester*.